

## CRYSTALLINE GAS DISTRIBUTOR FOR SEMICONDUCTOR PLASMA ETCH CHAMBER

Patent number: JP2002512445T

Publication date: 2002-04-23

Inventor:

Applicant:

Classification:

- international: H01J37/32; C23C16/44; H01J37/32; C23C16/44; (IPC1-7):  
H05H1/46; H01L21/3065; H01J37/32

- european: H01J37/32D2

Application number: JP20000545171T 19990405

Priority number(s): US19980065384 19980423; WO1999US07584 19990405

Also published as:



WO9954908 (A1)

WO9954908 (A1)

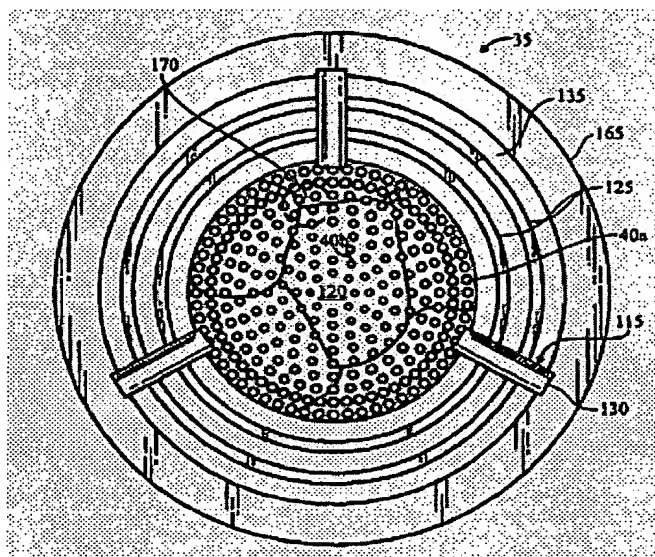
US6159297

Report a data error here

Abstract not available for JP2002512445T

Abstract of corresponding document: WO9954908

A process chamber (15) for processing a semiconductor substrate comprising a support (20) for holding the substrate, a gas distributor (35) for distributing process gas into the process chamber, a gas energizer for energizing the process gas, and an exhaust (60) for exhausting process gas from the process chamber. The gas distributor (35) comprises monocrystalline material that provides increased erosion resistance and withstands high temperatures. Preferably, a thermal expansion isolator (115) supports the gas distributor (35) to allow portions of the gas distributor (35) to thermally expand different amounts. The gas distributor (35) can also comprise a transparent window (170) of solid material that transmits a light beam therethrough. Also, the gas distributor (35) can comprise a transparent portion facing the substrate (25) that allows light emissions from the energized gas to pass through without being reflected back onto the substrate.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

SR  
AS- AID

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2002-512445

(P2002-512445A)

(43) 公表日 平成14年4月23日 (2002. 4. 23)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テマコード\* (参考)

H 0 1 L 21/3065

H 0 1 J 37/32

5 F 0 0 4

H 0 1 J 37/32

H 0 5 H 1/46

A

// H 0 5 H 1/46

H 0 1 L 21/302

B

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 38 頁)

(21) 出願番号 特願2000-545171(P2000-545171)  
 (86) (22) 出願日 平成11年4月5日 (1999. 4. 5)  
 (85) 翻訳文提出日 平成12年10月20日 (2000. 10. 20)  
 (86) 国際出願番号 P C T / U S 9 9 / 0 7 5 8 4  
 (87) 国際公開番号 W O 9 9 / 5 4 9 0 8  
 (87) 国際公開日 平成11年10月28日 (1999. 10. 28)  
 (31) 優先権主張番号 0 9 / 0 6 5 , 3 8 4  
 (32) 優先日 平成10年4月23日 (1998. 4. 23)  
 (33) 優先権主張国 米国 (U S)  
 (81) 指定国 J P

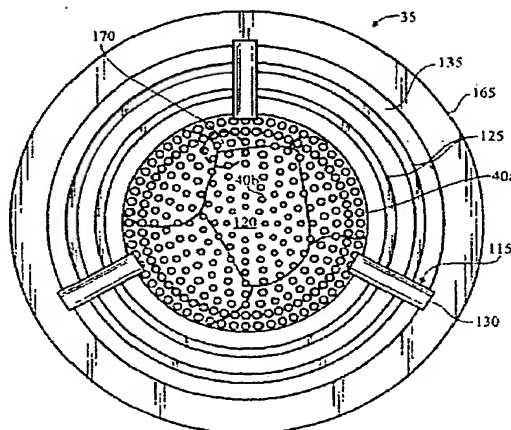
(71) 出願人 アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド  
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州  
 95052 サンタ クララ ピーオーボックス  
 ス 450エイ  
 (72) 発明者 ハルチェン ハラルド  
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州  
 95135 サン ホセ マティーク ドライ  
 ヴ 3094  
 (74) 代理人 弁理士 中村 稔 (外9名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体プラズマエッチングチャンバーのための結晶のガス分配器

(57) 【要約】

半導体基板を処理するための処理チャンバー (15) は、基板を支持するための支持 (20) と、処理チャンパー内に処理ガスを分配するためのガス分配器 (35) と、処理ガスを活性化するためのガスエナジイザーと、処理チャンパーから処理ガスを排出するための排気装置 (60) とを備えている。ガス分配器 (35) は増加した耐腐食性を供給しすると共に高温に耐える単結晶材料を備えている。好ましくは、熱膨張アイソレーター (115) はガス分配器 (35) を支持し、ガス分配器 (35) の一部分を異なる量、熱膨張させる。ガス分配器 (35) は光線を発する固体材料の透明窓 (170) をも備えることができる。ガス分配器 (35) は基板 (25) に面する透明部分を備えることができ、前記基板に反射し戻ることなく、活性化されたガスからの光放出を通させる。



**【特許請求の範囲】**

【請求項1】半導体基板を処理するための処理チャンバーであって、

- (a) 支持と、
- (b) 単結晶材料を有するガス分配器と、
- (c) 排気装置と、

を備え、前記支持上の基板は前記ガス分配器により分配された処理ガスにより処理され、該処理ガスは前記排気装置により排出されることを特徴とする処理チャンバー。

【請求項2】 前記ガス分配器は、結晶学的に実質的に同一方向に方向付けされた結晶を有する単結晶材料を備えている請求項1に記載の処理チャンバー。

【請求項3】 前記ガス分配器は、少なくとも約0.5cmの直径を有する大きい結晶を有する単結晶材料を備えている請求項1に記載の処理チャンバー。

【請求項4】 前記ガス分配器は、約0.5cmから約10cmの直径を有する大きい結晶から成る単結晶材料を備えている請求項1に記載の処理チャンバー。

【請求項5】 前記ガス分配器は、 $Al_2O_3$ 、 $AlN$ 、 $BN$ 、 $Si$ 、 $SiC$ 、 $Si_3N_4$ 、 $TiO_2$ 、又は $ZrO_2$ の1以上を有する単結晶材料を備えた請求項1に記載の処理チャンバー。

【請求項6】 前記ガス分配器は、サファイアから成る単結晶材料を備えている請求項1に記載の処理チャンバー。

【請求項7】 前記ガス分配器は、光を通す透明窓を備えている請求項1に記載の処理チャンバー。

【請求項8】 前記ガス分配器は、熱膨張アイソレータにより保持された1以上の構造部材を備え、一の構造部材を別の構造部材とは異なる量、熱膨張させる請求項1に記載の処理チャンバー。

【請求項9】 前記ガス分配器は、

- (1) 中央部から周縁部まで変化する厚み、又は、
- (2) 異なる直径を有する間隔を置いた孔

の少なくとも1つの特性をさらに備えた請求項1に記載の処理チャンバー。

【請求項10】半導体基板を処理するための処理チャンバーであって、

(a) 支持と、

(b) 処理ガスを前記処理チャンバーに分配し、単結晶材料を有する手段と、

(c) 排気装置と、

を備え、前記支持上の基板は処理ガスを前記処理チャンバーに分配するための手段によって分配された処理ガスにより処理され、前記処理ガスは前記排気装置により排出されることを特徴とする処理チャンバー。

【請求項11】前記処理ガスを分配するための手段は、結晶学的に実質上同一方向に方向付けされた結晶を有する単結晶材料を備えている請求項10に記載の処理チャンバー。

【請求項12】前記処理ガスを分配するための手段は、少なくとも約0.5 cmの直径を有する大きい結晶を有する単結晶材料を備えている請求項10に記載の処理チャンバー。

【請求項13】前記処理ガスを分配するための手段は、約0.5 cmから約10 cmまでの直径を有する大きい直径から成る単結晶材料を備えている請求項10に記載の処理チャンバー。

【請求項14】前記処理ガスを分配するための手段は、 $Al_2O_3$ 、 $AlN$ 、 $BN$ 、 $Si$ 、 $SiC$ 、 $Si_3N_4$ 、 $TiO_2$ 、又は $ZrO_2$ の1以上を有する単結晶材料を備えた請求項10に記載の処理チャンバー。

【請求項15】前記処理ガスを分配する手段は、サファイアから成る単結晶材料を備えている請求項10に記載の処理チャンバー。

【請求項16】前記処理ガスを分配する手段は、光を通す手段を備えている請求項10に記載の処理チャンバー。

【請求項17】前記処理ガスを分配する手段は、構造部材と、該構造部材の熱膨張を隔離するための手段とを備えている請求項10に記載の処理チャンバー。

【請求項18】前記処理ガスを分配するための手段は、

(1) 中央部から周縁部まで変化する厚み、又は、

(2) 異なる直径を有する間隔を置いた孔

の少なくとも1つの特性をさらに備えた請求項10に記載の処理チャンバー。

【請求項19】基板を処理する方法であって、

- (a) 処理チャンバー内の支持上に前記基板を置き、
  - (b) 単結晶材料を有するガス分配器を通して前記処理チャンバーに処理ガスを流し、そして、
  - (c) ステップ(b)の前又は後に、前記処理ガスにエネルギーを与え、前記基板を処理する、
- ステップを備えていることを特徴とする方法。

【請求項20】ステップ(b)は、前記ガス分配器の前記単結晶材料に反応しない処理ガスを流すステップを備えている請求項19に記載の方法。

【請求項21】ステップ(b)は、前記ガス分配器を通るハロゲン含有ガスを有する処理ガスを流すステップを備えている請求項19に記載の方法。

【請求項22】ステップ(b)は、処理ガスをガス分配器を通して流すステップを備え、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{AlN}$ 、 $\text{BN}$ 、 $\text{Si}$ 、 $\text{SiC}$ 、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、 $\text{TiO}_2$ 、又は $\text{ZrO}_2$ の1以上から成る単結晶材料を有する請求項10に記載の処理チャンバー。

【請求項23】ステップ(b)は、フッ素含有ガスを有する処理ガスをガス分配器を通して流し、サファイアから成る単結晶材料を備えている請求項19に記載の方法。

【請求項24】半導体基板を処理するための処理チャンバーであって、

- (a) 支持と、
  - (b) 光を通させる固体材料の透明窓を有するガス分配器と、
  - (c) 排気装置と、
- を備え、前記支持上の基板は前記ガス分配器によって前記処理チャンバー内に分配された処理ガスにより処理され、前記処理ガスは前記排気装置により排出されることを特徴とする処理チャンバー。

【請求項25】光線を前記透明窓に導く光源をさらに備え、前記透明窓は前記光源を前記基板に入射させる請求項24に記載の処理チャンバー。

【請求項26】前記透明窓は、光線を通させるのに十分小さい最高最低のR

MS粗さを有する単結晶材料を備えている請求項24に記載の処理チャンバー。

【請求項27】前記透明窓は、少なくとも約0.5cmの直径を有する大きい結晶から成る単結晶材料を備え、前記大きい結晶は結晶学上実質的に同一方向に方向づけされている請求項24に記載の処理チャンバー。

【請求項28】前記透明窓は、 $Al_2O_3$ 、 $AlN$ 、 $BN$ 、 $Si$ 、 $SiC$ 、 $Si_3N_4$ 、 $TiO_2$ 、又は $ZrO_2$ の1以上を備えた請求項24に記載の処理チャンバー。

【請求項29】前記透明窓は磨かれたサファイアを備えている請求項24に記載の処理チャンバー。

【請求項30】半導体基板を処理する方法であって、

(a) 前記半導体基板を処理チャンバー内に置き、

(b) 前記処理チャンバー内の最初処理状態であって、ガス分配器を通して前記処理チャンバーに処理ガスを流すと共に該処理ガスを活性化させる第1処理状態に維持し、

(c) 光線を前記ガス分配器の透明固体窓に導き、前記光線が前記基板に入射するようになっており、前記基板から反射される反射光線の特性を測定し、

(d) 前記光線の測定した特性に関連させて前記第1処理状態を第2処理状態に変える、

ステップを備えている方法。

【請求項31】ステップ(b)において、前記最初処理状態は前記基板をエッチングするのに適した処理状態を備え、そして、ステップ(d)において、前記第2処理状態は前記エッチング処理を停止し、又は前記基板のエッチング割合を変えることを備えている請求項30に記載の方法。

【請求項32】ステップ(d)は、強度、位相、又は強度と位相の両方を有する前記反射光線の特性を測定するステップを備えている請求項30に記載の方法。

【請求項33】半導体基板を処理するための処理チャンバーであって、

(a) 支持と、

(b) ガス分配器の一部分を熱膨張させる熱膨張アイソレータを有するガス分配

器と、

(c) 排気装置と、

を備え、前記支持上の基板は前記ガス分配器によって前記処理チャンバーに分配された処理ガスにより処理され、前記処理ガスは前記排気装置により排出されることを特徴とする処理チャンバー。

【請求項34】前記熱膨張アイソレータは、前記ガス分配器の一部分を異なる量で熱膨張させる請求項33に記載の処理チャンバー。

【請求項35】前記ガス分配器は、前記熱膨張アイソレータにより一緒に保持される1以上の構造部材を備えている請求項33に記載の処理チャンバー。

【請求項36】前記熱膨張アイソレータは構造部材を保持する溝型鋼を有するクロス部材を備え、前記溝型鋼は前記構造部材の回りに十分な隙間を有し、前記構造部材を熱膨張させるようになっている請求項34に記載の処理チャンバー。

【請求項37】前記ガス分配器の少なくとも一部分は、少なくとも約0.5 cmの直径の大きい結晶を有する単結晶材料を備え、前記大きい結晶は結晶学上実質的に同一方向に方向づけされている請求項33に記載の処理チャンバー。

【請求項38】前記単結晶材料は、 $Al_2O_3$ 、 $AlN$ 、 $BN$ 、 $Si$ 、 $SiC$ 、 $Si_3N_4$ 、 $TiO_2$ 、又は $ZrO_2$ の1以上を備えた請求項37に記載の処理チャンバー。

【請求項39】前記単結晶材料は、サファイアを備えている請求項37に記載の処理チャンバー。

【請求項40】前記ガス分配器は、

(1) 中央部から周縁部まで変化する厚み、又は、

(2) 異なる直径を有する間隔を置いた孔

の少なくとも1つの特性をさらに備えた請求項34に記載の処理チャンバー。

【請求項41】半導体基板を処理するための処理チャンバーであって、

(a) 支持と、

(b) 前記処理チャンバー内にガスを分配するためのガス分配手段と、

(c) 前記ガス分配手段の一部分を熱膨張させるための膨張隔離手段と、

(d) 排気装置と、

を備え、前記支持上の基板は前記ガス分配手段によって前記処理チャンバー内に分配された処理ガスにより処理され、該処理ガスは前記排気装置により排出されることを特徴とする処理チャンバー。

【請求項42】前記ガス分配器は、ディスクと、該ディスクを取囲む少なくとも1つのリングと、前記ディスク及びリングを保持する1以上のクロス部材とを備えている請求項41に記載の処理チャンバー。

【請求項43】前記ガス分配手段は、前記熱隔離手段により一緒に保持される1以上の構造部材を備えている請求項41の処理チャンバー。

【請求項44】前記膨張隔離手段は、構造部材を保持するための溝型鋼を有するクロス部材を備え、前記溝型鋼は前記構造部材の回りに十分な隙間を有し、前記構造部材を熱膨張させるようになっている請求項41に記載の処理チャンバー。

【請求項45】前記ガス分配手段又は前記膨張隔離手段の少なくとも一部分は、少なくとも約0.5cmの直径の大きい結晶を有する単結晶材料を備え、前記大きい結晶は結晶学上実質的に同一方向に方向づけされている請求項41に記載の処理チャンバー。

【請求項46】前記単結晶材料は、 $Al_2O_3$ 、 $AlN$ 、 $BN$ 、 $Si$ 、 $SiC$ 、 $Si_3N_4$ 、 $TiO_2$ 、又は $ZrO_2$ の1以上を備えた請求項45に記載の処理チャンバー。

【請求項47】前記単結晶材料は、サファイアを備えている請求項45に記載の処理チャンバー。

【請求項48】前記ガス分配器は、

(1) 中央部から周縁部まで変化する厚み、又は、

(2) 異なる直径を有する間隔を置いた孔

の少なくとも1つの特性をさらに備えた請求項45に記載の処理チャンバー。

【請求項49】半導体処理チャンバー内で基板を処理する方法であって、

(a) 半導体処理チャンバー内に前記基板を置き、

(b) 前記半導体処理チャンバー内のガス分配器の一部分を支持し、前記ガス分



配器の一部分が熱膨張できるようになっており、

(c) 処理ガスを前記ガス分配器に流し、前記処理ガスを活性化し、前記基板を処理し、

(d) 前記処理ガスを前記処理チャンバーから排出する、  
ステップを備えていることを特徴とする方法。

【請求項50】ステップ(b)は、前記ガス分配器の一部分を支持し、該ガス分配器の異なる部分が異なる量で熱膨張できるようになっている請求項49に記載の方法。

【請求項51】半導体基板を処理するための処理チャンバーであって、

(a) 前記処理チャンバー内の半導体基板を支持するようになっている受取り面を有する支持と、

(b) 1以上の構造部材を備えたガス分配器と、前記処理チャンバー内での基板の処理の間、前記構造部材を保持し、前記構造部材を熱膨張させるための熱膨張アイソレータと、

(c) 処理ガスを前記処理チャンバーから排出するための排気装置と、  
を備えていることを特徴とする処理チャンバー。

【請求項52】前記構造部材は、1以上のリング、ディスク、直線フレーム、又はプレートを有する請求項51に記載の処理チャンバー。

【請求項53】前記熱膨張アイソレータは、前記ガス分配器に放射状に延びる1以上のクロス部材を備えている請求項51に記載の処理チャンバー。

【請求項54】前記クロス部材は、前記ガス分配器の構造部材を保持する溝型鋼を備え、該溝型鋼は前記構造部材の回りに十分大きい隙間を供給し、前記構造部材を熱膨張させるようになっている請求項53に記載の処理チャンバー。

【請求項55】前記ガス分配器は、リングにより取囲まれたディスクと、該ディスク及び前記リングを保持する複数のクロス部材とを備えている請求項53に記載の処理チャンバー。

【請求項56】半導体基板を処理するための処理チャンバーであって、

(a) 支持と、

(b) 前記処理チャンバー内の活性化されたガスからの光放出を実質的に透過す

る透明部分を有するガス分配器と、

(c) 排気装置と、

を備え、前記支持上の基板は前記ガス分配器によって前記処理チャンバー内に分配された処理ガスにより処理され、前記処理ガスは前記排気装置により排出されることを特徴とする処理チャンバー。

【請求項 57】 前記ガス分配器の透明部分は単結晶材料を備えている請求項 56 に記載の処理チャンバー。

【請求項 58】 前記ガス分配器の前記透明部分は、前記光放出を透過させるのに十分小さい最高最低の RMS 粗さの表面を有する単結晶材料を備えている請求項 56 に記載の処理チャンバー。

【請求項 59】 前記ガス分配器の透明部分は磨かれたサファイアを備えている請求項 56 に記載の処理チャンバー。

【請求項 60】 前記全体のガス分配器は実質的に透明である請求項 56 に記載の処理チャンバー。

【請求項 61】 半導体基板を処理するための処理チャンバーであって、

(a) 支持と、

(b) 前記処理チャンバー内で処理ガスを分配するための手段と、

(c) 前記処理ガスにエネルギーを与えるための手段と、

(d) 前記エネルギーを与えられた処理ガスからの光放出を前記処理チャンバーから発するための手段と、

(e) 排気装置と、

を備え、前記支持上の基板は前記エネルギーを与えられた処理ガスにより処理され、前記エネルギーを与えられた処理ガスは前記排気装置により排出されることを特徴とする処理チャンバー。

【請求項 62】 前記処理チャンバー内に処理ガスを分配するための手段と前記処理ガスチャンバー内でエネルギーを与えられた処理ガスから光放出を発するための手段は同一の手段である請求項 61 に記載の処理チャンバー。

【請求項 63】 光放出を発するための手段は、そこから光放出を発するのに十分小さい最高最低の RMS 粗さの表面を有する単結晶材料を備えている請求項

61に記載の処理チャンバー。

【請求項64】前記透明な単結晶材料は、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{AlN}$ 、 $\text{BN}$ 、 $\text{Si}$ 、 $\text{SiC}$ 、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、 $\text{TiO}_2$ 、又は $\text{ZrO}_2$ の1以上を備えた請求項62に記載の処理チャンバー。

【請求項65】前記透明な単結晶材料は、サファイアを備えている請求項61に記載の処理チャンバー。

【請求項66】光放出を発するための手段は、少なくともほぼ前記基板の長さの前記処理チャンバーの長さに渡って延びている請求項61に記載の処理チャンバー。

【請求項67】半導体基板を処理する方法であって、

- (a) 前記基板を処理チャンバー内に置き、
  - (b) ガス分配器を通して処理ガスを前記処理チャンバーに流し、前記処理ガスにエネルギーを与え、前記基板を処理し、
  - (c) 前記チャンバー内のエネルギーを与えられた処理ガスからの光放出を前記処理チャンバーから発する、
- ステップを備えていることを特徴とする方法。

【請求項68】ステップ(c)は、実質的に前記基板に戻る前記光放出を反射することなく、前記処理チャンバーから光放出を発するステップを備えている請求項67に記載の方法。

【請求項69】ステップ(b)及びステップ(c)は、前記基板の上で前記ガス分配器を保持するステップを備え、前記ガス分配器は前記基板に面する関係の透明部分を有している請求項67に記載の方法。

【請求項70】半導体基板を処理する方法であって、

- (a) 前記基板を処理領域内に置き、
  - (b) 光放出を発するエネルギーを与えられた処理ガスを前記処理領域内に供給し、前記基板を処理し、
  - (c) 前記エネルギーを与えられた処理ガスからの前記光放出を前記処理領域から取り除く、
- ステップを備えていることを特徴とする方法。

【請求項 71】ステップ(c)は、前記処理領域から前記光を発するステップを備えている請求項 70 に記載の方法。

【請求項 72】ステップ(c)は、前記基板に面する関係のガス分配器の透明部分を保持するステップを備えている請求項 70 に記載の方法。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

(クロスリファレンス)

この出願は、米国特許出願 No. 08/638, 884の一部継続出願であり、「改善したガス分配プレートを使用したエッチング向上 (Etch Enhancement Using an Improved Gas Distribution Plate)」という表題で、1996年4月25日に  
出願され、ここにインコーポレイテッドバイリファレンスされている。

**【0002】**

(本発明の背景)

本発明は、半導体基板を処理するための処理チャンバーに関する。

集積回路の製造において、二酸化珪素、ポリシリコン、金属及びそれらの珪素化合物又は窒化物のような、誘電体、半導体、又は導電材料の層を選択的に堆積及びエッチングすることにより、能動素子は半導体基板上に製造される。エッチング処理は、活性化されたアルゴン、又は例えば、 $\text{CHF}_3$ 、 $\text{CF}_4$ 、 $\text{BCl}_3$ 、 $\text{HCl}$ 、 $\text{O}_2$ 、 $\text{NF}_3$ 、 $\text{N}_2$ 、又はArのような他のガスを使用して行われ、それらはチャンバー内にガスを分配するための孔を有するガス分配器によりチャンバーに導入される。伝統的なガス分配器は単結晶のセラミック又は金属製であり、腐食性処理ガス内で急速に腐食し、基板に堆積する汚染粒子を形成することがある。例えば、単結晶のアルミナ製のガス分配器はフッ素含有ガス内で腐食し、一方、アルミニウムガス分配器は塩素含有ガス内で腐食する。大いに反応性処理ガスの腐食に耐えるガス分配器を有することが好ましい。

**【0003】**

砕けやすいセラミック材料は、ガス分配器構造及びその孔を機械加工している間、砕けたり又は削られたりすることがよくあるので、伝統的なセラミックガス分配器の別の問題が生じる。その上さらに、300mmまでの直径を有する大きい半導体基板にガスを均一に分配するのに十分大きい直径を有するセラミックガス分配器を製造するのは困難である。さらに、多結晶のセラミックガス分配器は0.1から50ミクロンの直径を有する微粒子を含み、それはセラミックガス分配器の孔及び表面に粗い縁部を形成することがよくある。セラミック結晶粒及

びそれらの結晶粒の境界領域はまた処理ガスにより腐食される不純物を含み、セラミック結晶粒をはげさせると共に基板を汚染させる。別の問題は高温膨張及び処理チャンバー内の不均一な熱負荷から生じ、ガス分配器の中央部をその外辺部より熱くさせ、熱応力を生じさせ、順番に、ガス分配器のひび、剥れ、そして破損を引き起こす。

#### 【0004】

さらに別の問題は伝統的なガス分配器の大きい熱容量から起こり、例え同一温度、圧力、ガス流量及び他の処理状態がチャンバーの所定レベルに設定されたとしても、最初の僅かな基板がその次に処理される基板と異なる処理割合で有効に処理されるという「最初のウェーハ効果」を引き起こすことがある。エッチング処理において、チャンバー内で処理された最初の基板が、活性化されたガス又はプラズマに最初に形成された不安定なガス種の存在のため、次に処理される基板より低いエッチング割合で処理されることが信じられている。最初のウェーハ効果のための代わりの説明は、ガス分配器が大熱容量を有し、次に処理される基板と比べて、最初の基板の処理の間、異常に高い割合で熱を吸収又は放出するので、基板が異なる温度で処理されるということである。ほとんど又は全く最初のウェーハ効果のない処理チャンバーを有するのが好ましく、小熱容量でチャンバー内の熱変動を減少させ、基板のより一定の処理割合を供給することがさらに好ましい。

#### 【0005】

伝統的なセラミックガス分配器のさらに他の問題は、分配器を形成するために使用される多結晶セラミックが光を通さず、終点検知システムにより使用される光線の伝達を遮るために発生する。光学終点技術は基板で行われる処理の終点を監視するために使用される。好適な光学終点技術はレーザービームが基板表面に反射するレーザー干渉計使用法であり、基板の透過層の最上部及び最下部から反射されるレーザービームの異なる部分の間の干渉は透過層のエッチングを監視するために使用され、例えば、1990年9月4日に発行された米国特許No. 4,953,982に説明されており、ここにインコーポレイテッドバイリファレンスされている。レーザー干渉計使用法では、小さい角度のレーザービームはそのような溝により遮られ

るので、高アスペクト比の溝を有する層のエッチングの間、終点検知のため基板の表面に垂直にレーザビームを導くのが望ましい。しかし、多結晶セラミックガス分配器は不透明であり、レーザビームの伝達を防止する。ガス分配器の孔をレーザビームと整列させ、レーザビームを孔を通してチャンバーに通すことが公知であるが、必要角度に整列させて、処理チャンバー、ガス分配器の孔、及びレーザビーム装置を組立てるのは困難である。また、ガス分配器の孔はレーザビームを反射させるのに十分広い大きさにしなければならない。しかし、広い直径の孔はチャンバへの処理ガスの分配を均一にできないことがよくある。また、レーザビームを小孔に導くことは基板へのレーザビームの走査を妨げ、基板の平坦又は透明な表面を適当に見出し、終点測定をする。従って、光線を発し、好ましくは、終点検知システムのため基板表面に垂直に光線を発することのできるガス分配器を有するのが望ましい。

#### 【0006】

別の問題がプラズマ処理チャンバーの起こり、プラズマにより発生された紫外、可視、又は赤外光放出は、（通常、チャンバーの天井を形成し、基板に面する）非透過性又は不透明なセラミックガス分配器から反射され、基板に不均一に入射する。光放出は光の高エネルギーが入射する基板の局所地点のエッチングを向上させ、基板の表面の異なる点に不均一なエッチング割合を生じさせる。プラズマにより発生された活発な電磁送信に透明で、基板の方に反射される代わりにガス分配器を通してこれらの放出をより均一に通過させるガス分配器を有するのが望ましい。

#### 【0007】

従って、処理チャンバー内で均一なガス分配を供給することのできる処理ガス分配器を有することが望ましい。ガス分配器にとって、ハロゲンプラズマ環境で低い腐食割合を示すことがさらに望ましい。また、ガス分配器にとって、処理の間に砕けたり又は破損したりすることなく、熱膨張応力を許容することが望ましい。さらに、ガス分配器にとって、光学終点検知システムの光線を発し、チャンバー内でプラズマにより発生された活発な電磁放出に透過性を有することが望ましい。

## 【0008】

## (本発明の概要)

半導体基板を処理するための本発明による処理チャンバーは、支持と、単結晶材料を有するガス分配器と、排気装置とを備えている。支持に保持される基板はガス分配器により分配される処理ガスによって処理され、処理ガスは排気装置によって排出される。好ましくは、ガス分配器は、少なくとも約0.5cmの直径の大きい結晶を有する単結晶材料を備えている。より好ましくは、大きい結晶は結晶学上実質的に同一の方向に方向付けされている。単結晶材料は $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{AlN}$ 、 $\text{BN}$ 、 $\text{Si}$ 、 $\text{SiC}$ 、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、 $\text{TiO}_2$ 、又は $\text{ZrO}_2$ の1以上を備えていることがある。

## 【0009】

1実施例では、処理チャンバーは熱膨張アイソレータにより一緒に保持される1以上の構造部材を有するガス分配器を備えている。構造部材はリング、ディスク、直線状フレーム、及びプレートのような部材を備えている。好ましくは、熱膨張アイソレータはガス分配器の内辺部から外辺部に放射状に延びる1以上のクロス部材を備え、基板の処理の間、構造部材を熱膨張させる。最も好ましくは、クロス部材は溝型鋼を有し、構造部材は構造部材を取囲む十分な隙間で保持され、そこに保持された構造部材を熱膨張させる。

## 【0010】

本発明の別の実施例では、ガス分配器は光を通させる固体材料の透明窓を備えている。好ましくは、透明窓は光源からの入射光線を基板に入射させると共に基板から反射された反射光線を伝達させる。より詳細には、透明窓は光線を通すのに十分小さい最高最低のRMS粗さの表面を有する単結晶セラミックを備えている。

## 【0011】

さらに別の実施例では、ガス分配器は基板に面する関係の透明部分を備え、透明部分は処理チャンバー内の活性化された処理ガスからの光放出に実質的に透過性を有している。さもなければ、光放出は基板に反射し、基板に異なるエッチング割合を引き起こすであろう。光放出を処理チャンバーから出させることは基板



の表面へのエッチングの均一性を向上させる。好ましくは、ガス分配器の透明部分は光を通させるのに十分小さい最高最低のRMS粗さの表面を有する単結晶セラミックを備えている。より好ましくは、実質的に全体のガス分配器は透明である。

#### 【0012】

別の局面では、本発明は半導体基板を処理する方法であり、基板が処理チャンバーの処理領域内の支持上に置かれ、処理ガスが単結晶材料を有するガス分配器を通して処理領域に導入される。処理ガスは活性化され、処理領域に処理ガスを導入する前又は後のいずれかに基板を処理することができる。好ましくは、処理領域に処理ガスを導入するステップはガス分配器の単結晶材料に反応しない処理ガスを流すステップを備えている。

#### 【0013】

さらなる別の局面では、本発明は半導体基板を処理する方法であり、基板が処理チャンバーの処理領域内の支持上に置かれ、最初の処理状態がチャンバー内で維持され、基板を処理し、最初の処理状態はガス分配器を通して処理チャンバーに処理ガスを流し、処理ガスを活性化させることを含んでいる。光線はガス分配器の透明な固体窓を通して導入され、光線が基板に入射するようになっており、基板から反射した反射光線の特性が測定される。最初の処理状態は光線の測定された特性に関係して第2処理状態に変えられる。好ましくは、最初の処理状態は基板をエッチングするのに適した処理状態を備え、第2処理状態はエッチング処理を停止し、又は基板のエッチング割合を変えるのに適した状態を含んでいる。

#### 【0014】

さらに別の局面では、本発明は半導体処理チャンバー内で半導体基板を処理する方法に導き、その方法はチャンバー内のガス分配器の一部分を支持するステップを備え、ガス分配器の一部分が熱膨張可能となっている。好ましくは、その方法はガス分配器の一部分の回りに隙間を供給し、その一部分が熱膨張できるようになっている。より好ましくは、その方法はガス分配器を指示することを備え、ガス分配器の異なる部分は異なる量により熱膨張できるようになっている。

#### 【0015】

本発明はまた半導体基板を処理する方法に導き、処理領域に基板を置き、ガス分配器を通して処理領域内に処理ガスを流し、処理ガスを活性化し、基板を処理し、活性化された処理ガスからの光放出を処理領域から発するステップを備えている。好ましくは、処理領域から光放出を発するステップは、実質的に基板への光放出の反射なしに行われる。より好ましくは、その方法は基板上にガス分配器を保持する最初のステップを備え、ガス分配器は基板に面する関係の透明部分を有している。最も好ましくは、実質的に全体のガス分配器が透明である。

#### 【0016】

(説明)

図1に示されているように、本発明の例示的な半導体処理装置10は、基板25を保持するようになっている支持20を有する処理チャンバー15を備えている。通常、基板25は処理チャンバー15内の基板を支持するようになっている受取り表面を有する静電チャック30を使用して適所に保持される。受取り表面はヘリウムのような熱伝導ガスが基板25の温度を制御するように保持される溝をさらに備えている。処理ガスは孔40を有するガス分配器35を通る処理チャンバー15に導入され、処理チャンバー15に処理ガスを分配する。処理ガスはガスライン50及びガス流量制御バルブ55を介して処理ガス供給装置45によって供給される。消費処理ガス及び腐食液の副産物は行きシステム60を通して処理チャンバーから排出され、処理チャンバー15内で約 $10^{-3}$ ミリの最小圧力を達成することができる。絞り弁65は排気システム60に供給され、処理チャンバー15内の処理ガスの圧力を制御する。

#### 【0017】

ガスエナジイザー70は処理ガスに電磁エネルギーを結合し、活発なガス種を形成する。図1に示した実施例では、処理ガスは処理ガスチャンバー15を取囲む誘導コイルを有するガスエナジイザー70にRF電流を加えることによる誘導結合を通して処理チャンバーに直接活性化される。代わりに、処理ガスは支持20により形成された処理電極及び処理チャンバー15の天井を有するガスエナジイザー70にRF電流を加えることによる容量結合によって活性化される。図1のチャンバー15では、天井5はチャンバーへRFエネルギーを容量結合する

ため、チャンバー15へRFエネルギーを誘導結合するための窓として機能する。誘導子アンテナ又は処理電極にかけられたRFエネルギーの周波数は通常、約50 KHzから約60 MHzであり、より典型的には約13.56 MHzである。好ましくは、処理電極に加えられたRF電圧は約100から約2000ワットのパワーレベルであり、約750から約2000ワットのパワーレベルでのRF電流は誘導子コイル70に加えられる。

#### 【0018】

図2は処理装置の別の実施例を示しており、処理ガスは処理チャンバーに近接した管又は空洞のようなリモートチャンバー80内のガスエナジIZER70によってエネルギーを与えられ又は活性化されている。リモートにより、リモートチャンバー80の中央部は処理チャンバー15の中央部から上流の方へ一定距離のところにあることを意味している。リモートチャンバー80は適当な源からリモートチャンバー80への電磁エネルギーマイクロ波又は他の周波数を結合し、処理ガスを活性化させるガスエナジIZER70を備えている。適当なマイクロ波源90はマイクロ波アプリケーション95と、マイクロ波チューニング部品100と、マグネトロンマイクロ波発生機105とを備え、通常、約200から約3000ワットのパワーレベル及び約800 MHzから約3000 MHzの周波数で作動する。

#### 【0019】

本発明のガス分配器35は処理チャンバー15内で処理ガスを分配する。1つの説明では、ガス分配器35はお互いに対して方向づけられた少ない相対的に大きい結晶110を有する単結晶材料製である。「単結晶」という用語は単一の結晶材料又は結晶学上同一の方向に方向づけされた、すなわち、お互いに整列されるミラー指数の結晶学上平面を有する少ない（通常、10又はそれより少ない）大きい結晶を含むもののことを言う。結晶学上の方向は、特定のセットのミラー指数により規定される結晶の結晶学上平面に垂直又は平行な結晶材料の方向である。結晶材料内の大きい結晶110は通常、少なくとも約0.5 cm、より典型的には約0.5 cmから約10 cm、そして最も典型的には1から5 cmの平均直径を有している。対照的に、伝統的な結晶材料は0.1ミクロンから50ミク

ロンのオーダの直径の微粒子又は結晶を有し、それは単結晶セラミック材料より少なくとも約 $10^5$ から約 $10^7$ の率で小さい。単結晶ガス分配器35の大きい結晶は不純物のほとんど又は全くない或いはガラス状の境界領域を有する処理チャンバー15に露出表面を供給し、それらは通常、腐食性ハロゲン含有環境により急速に腐食される。従って、ガス分配器35の同種の単結晶構造は腐食性処理チャンバー15の環境において粒子の発生を減少させる。

#### 【0020】

好ましくは、単結晶材料はセラミック単結晶材料を備えている。セラミックは(800℃を超える)高温で処理された無機材料を備え、例えば、 $Al_2O_3$ 、 $AlN$ 、 $BN$ 、 $CaO$ 、 $MgO$ 、 $Si$ 、 $SiC$ 、 $Si_3N_4$ 、 $TiO_2$ 、又は $ZrO_2$ の1以上のような耐久性のある、耐腐食性材料を形成する。単結晶セラミック材料が選択され、特定の半導体処理環境において高い腐食抵抗を示す。適当な単結晶セラミック材料は単結晶の $Al_2O_3$ 、 $AlN$ 、 $BN$ 、 $Si$ 、 $SiC$ 、 $Si_3N_4$ 、 $TiO_2$ 、又は $ZrO_2$ 又はそれらの混合物及び合成物を含んでいる。好適な実施例では、ガス分配器35はサファイアから成る単結晶材料を備え、それは単一結晶のアルミナであり、ハロゲンプラズマ環境、特にフッ素含有環境において、高い化学及び腐食抵抗を示す。単結晶のサファイアはまた1000℃を超える又は2000℃さえも超える高い温度でのガス分配器の使用を許容する高い溶解温度を有している。代わりに、天井75が一对のRF電極の1つを形成し、プラズマにエネルギーを与える処理チャンバー15に有用な実施例において、ガス分配器の単結晶セラミック材料は電導性である。例えば、サファイアのガス分配器35は $TiO_2$ の重量で約1から約5%で不純物を添加され、それを半導体にすることができ、シリコンガス分配器35はホウ素又は燐の重量で約1から約3%で不純物を添加されることができる。

#### 【0021】

好ましくは、ガス分配器35は1以上の平坦な構造部材又は部材の組立部品を備え、図3a及び3bで示されているように、熱膨張アイソレータ115により処理チャンバー15と一緒に支持又は保持される。この構造は処理チャンバー15の幅又は直径に渡り大きい温度勾配を有し、及び又は処理モードとスタンバイ

モードの間に大きい温度変化を有する処理チャンバーにとって適している。ガス分配器35の異なる部分が異なる温度又は異なる割合で加熱される時、熱膨張アイソレータ115はガス分配器35を破損することなく異なる量で一部分を熱膨張させる。ガス分配器35は1以上の同心リング125により取囲まれた中央プレート又はディスク120を備えることができ、それらの全ては熱膨張アイソレータ115により適所に保持される。熱膨張アイソレータ115は内辺部から外辺部にガス分配器に伸びる1以上のクロス部材130を備えている。例えば、熱膨張アイソレータ115は中央ディスク120の周辺部から外側リングの周辺部へ外側放射状に延び、図3a及び3bで示されているように、リング125を保持するクロス部材130を備えることができる。この実施例では、ガス分配器35は中央ディスク120の孔40を通るのと同様にリングとクロス部材の間及びそれらにより形成された環状空間135に処理ガスを流させる。

#### 【0022】

好ましくは、各クロス部材130はガス分配器35の周辺部の回りに延びる溝型鋼145を規定する2つの重複する圧縮材140を備えている。溝型鋼145は溝型鋼内部を保持するリング125より大きい寸法であり、リングの回りに熱膨張の隙間150を供給する。隙間150は所望の温度及びリング材料の寸法及び熱膨張係数により一定の大きさに作られる。直径で5から25cmの大きさのサファイアリング125にとって、適当な隙間は少なくとも約0.1cm、より好ましくは約0.5から1.5cmである。クロス部材130は一端部で中央ディスク120の周縁部に掛かると共にそれを支持するような大きさで外側に延びる副梁材160を有する支持縁部155と、他端部で処理チャンバーに取付けられた支持鰐部165とをさらに備えている。支持縁部155は支持鰐部165の開口部の直径より大きい寸法であり、処理チャンバー15の適所でガス分配器35を保持する。好ましくは、クロス部材130の長さは少なくとも約2cmであり、より好ましくは約6cmである。クロス部材130は狭い断面を有し、それらが素早く平衡温度に到達し、熱誘導された応力が小さくなるようになっている。クロス部材130の全体の高さはリング125及び中央ディスク120の寸法により限定され、幅はガス分配器35の部材と共にクロス部材を保持させるのに

十分でなければならない。それぞれ約0.2cmの厚さの2から3のリング125と直径で5cmの中央ディスク120を備えたサファイア的气体分配器35のため、クロス部材130のために適した高さは約0.5cmであり、適当な幅は約0.5cmである。クロス部材130は、クロス部材130の表面を過ぎて流れ活性化されたガス種からの腐食に耐えると共にチャンバーの活性化されたガスの上昇した温度に耐える材料製とすることができる。

#### 【0023】

図3a及び3bに示されているように、好適な実施例では、ガス分配器35は中央ディスク120の回りに配置された1以上の同心リング125を備えている。各リングは次の小さいリングの外径より大きい内径を有し、処理ガスが流れることができる放射状で対称的な環状空間135を形成する。ガス分配器35のディスク120及びリング125は好ましくは、単結晶セラミック材料製であり、より好ましくは、上述したように、サファイア製である。リング125の数及び放射状の幅は、ガス分配器35の全体寸法及びリングの間の環状空間を流れなければならない処理ガスの流量割合に基づいて選択される。例えば、処理モードとスタンバイモードの間で350℃の温度差と、チャンバーに300℃の温度勾配とを有するエッチングチャンバーにとって、全直径が20cmで単結晶サファイアから成る3つのリング125を有し、それぞれ0.4mmの幅のガス分配器35が最良の結果を供給することがわかっている。リング125は平坦で均一な断面厚さを有することができ、リングの頂部及び低い表面は実質上平行であり、最上面又は最下面のいずれかが周縁部の一方又は両方の方に傾斜し、処理ガスの流れを再度導く。好ましくは、リング125の全体の厚さは最小にされ、リングに素早く熱平衡を達成させ、熱誘導応力を最小にする。

#### 【0024】

好ましくは、図3a及び4bに示されているように、中央ディスク120及びリング125により規定された環状空間135はガス分配器の周囲でのガスの遅い流れと比べてガス分配器の中央部での処理ガスの早い流れを補償するように形成されると共に大きさを決められている。処理チャンバー15により均一な処理ガスの分配及び基板25のより均一なエッチングを供給するため、ガス分配器3

5の中央部からの処理ガスの流れはその周縁部よりガス分配器の中央部により少ない及び又はより小さい孔40を供給することにより減少される。孔40の実際の寸法、数及び配列は特定の処理チャンバー15、基板サイズ、又はチャンバーの行われる処理によって最適化されてもよい。例えば、ガス分配器35は約2mmから約3mmの平均直径を有する中央部分の第1孔40aと、その周縁部で約3.5mmから約5mmの直径を有する第2孔40bを備えることができる。孔40の分配は約4孔/cm<sup>2</sup>の平均濃度を有する第1孔40aから約10孔/cm<sup>2</sup>の平均濃度を有する第2孔40bまで増加する。

#### 【0025】

別の実施例では、ガス分配器35は非円形の多角形状を有する平坦な構造部材を備え、中央の平坦な部材の回りにそれに同心に配置され、それは同一の非円形の多角形状を有している。図5に示された1実施例では、同心の矩形フレーム190は中央矩形プレート195の回りに配置されている。各フレーム190は次の小さいフレーム又は矩形プレート195の外辺部より大きい内辺部を有し、処理ガスが流れることのできる対称的な空間200を形成する。ガス分配器35のフレーム190及び矩形プレート195は単結晶セラミック材料製、より好ましくは上述したようなサファイア製とすることができる。

#### 【0026】

好ましくは、図4aに示されているように、ガス分配器35は中央部から周辺部に変化する断面厚さを備え、ガス分配器35の熱容量を減少させ、それにより最初のウェーハ効果を減少させる。最初のウェーハ効果は、処理チャンバー15内を同一の処理条件に設定したにも拘らず、最初の僅かなウェーハを次に処理する基板とは異なって又は異なる処理割合で処理させる。出願人は最初のウェーハ効果が通常、大熱容量のガス分配器35を有する処理チャンバー内で起こることを見出した。出願人はその原因が処理チャンバー15にとって最初の僅かな基板に対する後に処理される基板の温度設定点に到達するのに掛かる時間の変化であると信じている。時間のこの変化は最初の僅かな基板25の処理により得られる熱エネルギーの幾らかを維持する処理チャンバー15によるものであり、それにより、次の基板を処理する時に処理チャンバーを平衡温度に上げるために要する時

間を減少させる。処理チャンバー 15 が温度設定点に到達するのに掛かる時間の変化は基板 25 間の処理割合に変化を発生させる。この実施例のガス分配器 35 は、図示されているように、単一のディスク、又はリング 125 の組立部品及びプレート又はディスク 120 を備えることができ、各リング、プレート、又はディスクはガス分配器の中央部から外辺部（図示せず）に放射状に変化する。図 4 a では、ガス分配器 35 は放射状に減少する厚さを有するディスク 120 を備え、ディスクの周縁部での約 3 cm から中央部での約 0.1 cm まで減少する。周縁部の増加した厚さはその周縁部でのガス分配器を保持及び取付けるためのようり強い力を供給する。薄い中央部分はガス分配器 35 の熱容量を減少させ、それをより早く平衡温度に到達させ、それにより、最初のウェーハ効果を減少させる。好ましくは、ガス分配器 35 はガス分配器 35 を 10 秒以下、より好ましくは 5 秒以下で平衡又は定常状態の温度に到達させるのに十分小さい熱容量を備えている。より好ましくは、ガス分配器 35 は約 50 から約 300 グラム、そして最も好ましくは約 100 から約 125 グラムの容量を備えている。

#### 【0027】

さらに別の実施例では、図 2、3 a 及び 5 に示されているように、本発明は透明窓 170 を有するガス分配器 35 を供給し、透明窓は固体材料製で光学終点検知システムの使用のため電磁放射の選択された周波数を透過する。光学終点検知システム 175 は基板 25 で行われる多くの処理の経過を監視するのに有用であり、特に、エッチングされる層の超えてオーバーエッチングするエッチング処理は基板 25 の下層を損傷することがある。適当な光学終点検知システム 175 は光放出、偏光解析法、及び干渉計使用法に基づく検出器を含んでいる。光学放出検出器は化学的活性基により放出された光スペクトルのスペクトル線を検出し、下層のエッチングの開始を示すであろう化学変化を検出する。偏光解析器は基板 25 の表面に対して鋭角で光線を投射し、基板 25 の透明膜の最上面及び最下面に反射する光線の一部分の間の位相のずれを検出する。干渉計はまた基板 25 の透明層の最上及び最下面で光線を反射する。しかし、干渉計は反射した光線の間の建設的又は破壊的な干渉の大きさを測定することにより、基板 25 の膜の厚さを決定し、基板 25 の表面に対して鋭角で入射光を投射する必要はない。事実、



通常、干渉計は基板 25 の表面に対してほぼ直角、すなわち  $90^\circ$  に近い角度に光線を導く。干渉計検出器は、光学放出検出器とは異なり、エッチングされる層の下層に到達する前に半導体エッチング処理を検出すると共に停止するために使用可能であるので、好適である。また、光線はほぼ直角に導かれるので、干渉計は高アスペクト比を有するエッチング形のため使用可能であり、偏光解析器の低角度のビームを遮るであろう。従って、通常、チャンバー 15 で行われるエッチング処理のエッチング終点に干渉計システムを使用するのが好適である。

#### 【0028】

好ましくは、透明窓 170 は終点検出システムのため光線を供給するために使用される光源からの紫外、可視、及び赤外線を透過する。放出された光線の拡散による減衰を防止するため、窓 170 の両面は円滑にすべきであり、好ましくは、最高最低の RMS 粗さを有し、すなわち磨かれた結晶面の粗さの頂部と谷の間の垂直距離が約  $1\mu\text{m}$  以下で、より好ましくは約  $0.1\mu\text{m}$  以下である。透明窓 170 の表面は適当な手段、例えば、フレイム研磨又は伝統的なラッピング及び又は削摩方法によって円滑に磨かれることができる。さらに、透明窓 170 はチャンバー 15 に形成されたプラズマにより化学的に耐腐食性とすべきであり、チャンバー内での基板の処理の連続の後でさえ窓の表面が円滑且つ透明のままであるようになっている。窓 170 の最上及び最下面はまた実質的に平行であり、反射された光線の真の強度又は位相のずれを歪めるであろう光線の曲りを防止する。

#### 【0029】

窓 170 は円形、長円形、又は多角形状を備えることができる。好ましくは、窓 170 の最上及び最下面の両方が同一の形状及び領域はほぼ垂直な光線が通過可能な窓の部分を最大化する。窓 170 はガス分配器 35 内の透明なインサート又はガス分配器の透明部分を備えることができる。窓 170 がインサートを備えている時、窓はガス分配器 35 に形成された開口部に固着可能であり、又は、ガス分配器が後述するように溶解セラミック製である場合には、インサートはその溶解段階でガス分配器に加えられ、上にある材料をすり碎くことにより後に露出させることができる。好ましくは、窓 170 がインサートを備えている時、イ

ンサート材料の熱膨張係数は取囲むガス分配器35のそれにぴったりと一致し、又は、適当な寸法の隙間がその間に供給され、ガス分配器を破損可能な熱応力を減少させる。より好ましくは、窓170がガス分配器35に形成された開口部に固着されたインサートを備えている時、窓はガス分配器35の熱膨張係数に一致する材料を使用して固着され、500℃を超える高温に耐えることができる。窓170がガス分配器35それ自体の部分の備えている時、窓の上面及び下面は上述したように磨かれ、放出された光の減衰を防止しなければならない。単結晶セラミックは磨くのが難しい粗い縁部や表面を形成する微粒子を含む結晶セラミックよりもっと透明であるので、この説明では、ガス分配器35は単結晶セラミックから成っているのが好ましい。

#### 【0030】

干渉計の終点検出システムを作動するため、透明窓170は、基板25の中央部近くで、ほぼ垂直、すなわち90°に近い角度での光を入射させるのに十分大きい角度で窓を通して放出された光線を基板25に入射させるような大きさであると共にガス分配器35に置かれている。窓170の領域は入射及び多数の反射光線の両方を発するのに十分大きい大きさとなっている。好ましくは、窓170の領域は光線を基板表面に移動させるのに十分大きい大きさとすべきであり、パイア又は深く狭い溝、又は終点の測定をする適当に平坦及び又は透明な点のように、特別の形状を見出す。例えば、300mmの基板を処理するために使用されるガス分配器35では、窓170の領域は、好ましくは約200から約2000mm<sup>2</sup>とすべきであり、より好ましくは約400から約600mm<sup>2</sup>とすべきである。

#### 【0031】

好適な実施例では、図2に示されているように、終点検出システム175はレーザ干渉計を備え、レーザ干渉計は基板25の透明膜の頂部及び低い表面から反射されたレーザ光線の建設的又は破壊的干渉を使用し、反射したレーザ光線の大きさ、強度、又は位相に基づいて膜の厚さを決定する。光源185により発生されたレーザ光線180はガス分配器35内の窓170を通して処理チャンバー15に発せられる。好ましくは、光源185及び窓170は、基板25の中央部近

くで、ほぼ垂直、すなわち $90^{\circ}$ に近い角度で光を入射させるのに十分大きい角度でレーザ光線を基板25に入射させるように配置されている。

#### 【0032】

光学終点検出システム175は反射された光線の測定された強度及び又は位相角を記憶された特性値と比較し、エッチング処理の終点を決定する。好ましくは、光学終点検出システム175はコンピュータコントローラ（図示せず）を備え、処理チャンバー15内の処理状態を調整する。終点の検出により、最初の処理状態は第2処理状態に変えられ、全層がエッチングされ又はエッチング処理を停止する前に基板25の層のエッチング割合を変える。例えば、エッチング割合は、処理ガスの組成を変え、アグレッシブ腐食ガスを取り除くことにより、減少可能であり、処理ガスに結合されたRFパワーのレベルは低下可能であり、又は基板温度は低下可能である。

#### 【0033】

適当なコンピュータコントローラは処理チャンバー15を作動するコンピュータプログラムコード製品を備え、例えば、カリフォルニア州、サンタクララのインテル社から商業的に入手可能なペンティアムマイクロプロセッサのような周辺制御部品のメモリシステムに相互接続される1以上の中央処理装置（CPU）を備えている。コンピュータコントローラのCPUはまた処理チャンバー15の特定の構成部品を操作するASCII（特定用途向け集積回路）をも備えることができる。オペレータとコンピュータコントローラとの間のインターフェースはCRTモニター及びライトペン、又はキーボード、マウス又はポインティング通信デバイス等の他のデバイスを備えることができる。

#### 【0034】

図示されていない別の実施例では、ガス分配器35は、処理チャンバー15内のエネルギーを与えられたガスからの紫外、可視、又は赤外線的光放出の選択範囲のように、一定の周波数を透過する基板25に面する透明部分を備えている。エネルギーを与えられたガスから放射された光は、ガスエナジャイザー70により以前にエネルギーを与えられた電子が1つのエネルギーレベルから別のエネルギーレベルに低下する時、エネルギーを与えられたガスの励起した原子又は分子により発せら

れる。この高いエネルギー光は基板25特に、紫外光放出に反射され、反射光は局所点で基板25のエッチングを促進する基板表面に制御されていない入射光源として作用し、反射光は減少し、基板表面に不均一なエッチングを起こさせる。ガス分配器35の透明部分は実質的に、エネルギーを与えられた処理ガス、特に紫外光から放射される光の周波数を完全に透過させ、プラズマにより発生された放出電子を処理チャンバーから透明なガス分配器35を通して発出させ、そして、基板25に反射されず、基板の表面への均一なエッチングを著しく向上させる。ガス分配器35の透明部分は上に置かれ、好ましくは、少なくともほぼ基板の長さである処理チャンバーの長さに渡り延びている。より好ましくは、ガス分配器35の透明部分は実質的に基板25の全面に延びるのに十分大きい領域を備えている。最も好ましくは、実質的に全体のガス分配器35は透明な単結晶材料製である。

#### 【0035】

さらに、ガス分配器35上方の処理チャンバー15の天井75又は表面は仕上げ、コーティングを有することができ、ガス分配器35を通して発せられる実質的に全ての光を吸収する材料から成っている。また、天井75の表面は、天井面から反射された光が基板25の表面に又はその近くで反射しないように形成されると共に空間的に方向づけられることができる。また、天井75で反射する光の強度又はエネルギーは、光がガス分配器35を2度通過するので、実質的に減少される。エネルギーを与えられたガスにより発せられた光の周波数の選択された範囲を吸収するための適当なコーティング又は材料は光の周波数のその特定の範囲を吸収する材料、例えば、赤外放射線を吸収する赤外線吸収材料を備えている。

#### 【0036】

ガス分配器35を製造する方法が説明されるであろう。ガス分配器35は単結晶セラミックから成り、単結晶セラミック材料の予備的形成品を用意し、予備成形品を機械加工することにより製造され、所望のガス分配器構造を形成する。チョクラルスキー法では、サファイアの大結晶はダイに取付けられた種結晶を使用して溶解セラミック材料から引抜かれる。引抜かれた材料は冷却されると共に凝固され、大きく方向付けされた結晶の列を形成し、それはスライスされ、サファ

イアの予備的成形品を製造する。別の方法では、溶解形成及び種形成処理が使用され、大結晶の単一構造を形成する。溶解装置は加熱されたモールドを使用し、セラミック材料を溶解し、溶解セラミックを形成する。モールドは約 $90^{\circ}$ 以下の接触角の溶解セラミック材料を均一にぬらす材料製であり、高い溶解点で化学的に安定した材料製である。サファイアの予備的成形品にとって、モールドはモリブデン製であることが好ましい。モールドの溶解セラミックは冷却されると共に凝固されるので、共有譲渡された米国特許出願 No. 08/920, 423に説明されているように、種結晶は溶解したセラミックの表面に接触され、種を形成し、単結晶セラミックの成長を凝集させる。種結晶は結晶学上、方向づけされた構造を有しているため、単結晶セラミックの予備的成形品の成長を開始する凝集表面として役立つ。

#### 【0037】

単結晶セラミックの予備的成形品は所望のガス分配器構造、例えば、リング125、ディスク120、及び又はクロス部材130に切断される。単結晶サファイアのディスクセクションは磨かれ、透明窓170を形成する。単結晶ディスク120は、継続的にすりつぶし又は磨く小さい媒体で連続的に磨くステップを使用する伝統的な研磨技術を使用して磨かれる。研磨は最高最低のRMS、すなわち磨かれた結晶面の粗さの頂部と谷の間の垂直距離が赤外、可視、又は紫外光を発出させるのに十分小さくなるまで行われる。表面の平面度は結晶に発せられる光線の波長 $\lambda$ 以下であるのが好ましい。例えば、約633 nmの波長を有する光線を発するHeNeレーザにとって、適当な研磨された平面度はほぼ300 nm以下である。任意に、単結晶の研磨窓170に付着する重合体及び金属の汚染物質を除去するために研磨した後、結晶セグメントの研磨面はエッチングされる。適当な液体の腐食剤は、硝酸、塩酸、硫酸、又は王水、酸化又は還元溶液、例えば、過酸化水素又は $\text{KNO}_3$ のようなそれらの混合物を含んでいる。エッチングステップは約1から5分間、腐食溶液を含有する超音波溶液に浸すことにより実行可能である。その後、研磨窓170は多数の洗浄ステップを使用して、又はアセトン、メタノール又はイソプロパノール等の洗浄溶剤を含む超音波溶液に浸すことにより洗浄される。

## 【0038】

リング 125 及びディスク 120 は機械加工され、一定の処理ガス流れを達成するのに必要な各種孔を形成する。その後、図 3 a 及び 3 b に示されているように、リング 125 及びディスク 120 はクロス部材 130 によりお互いに接続され、ガス分配器 35 を形成する。クロス部材 130 は 2 本の上に重なる圧縮材 140 を結合又は接続することにより形成される。例えば、サファイアの圧縮材 140 は酸化アルミニウムの共融混合物及び溶融構成部品を使用して結合される。共融混合物は単結晶セラミックの熱膨張係数に一致すると共に比較的低温で溶解するアルミニウム含有結合材料を供給するために使用される。共融構成部品により、それは添加剤又は添加剤の混合物を意味し、サファイアのそれより非常に低い溶解温度、好ましくは約 2000℃以下、そしてより好ましくは約 1800℃以下のアルミナで共融又はガラス状システムを形成する。好適な共融構成部品は例えば、 $B_2O_3$ 、 $P_2O_5$ の、又は  $SiO_2$  を含んでいる。

## 【0039】

組立てられたガス分配器 35 は処理チャンバー 15 に置かれ、それは支持鏑部 165 の孔を通過すると共に天井 75 の糸状の留め金具に係止するボルトのような適当な手段により処理チャンバー 15 の壁又は天井 75 に取付けられると共に接続される。好ましくは、迅速な解除システムは解除可能なナット及びボルトシステムによりガス分配器 35 をチャンバー 15 に取付けるために使用され、ガス分配器の着脱を迅速に可能にする。これは基板の多数のバッチの処理の間にガス分配器 35 を容易に洗浄又は交換可能にする。

## 【0040】

本発明は一定の好適な場合に関連してかなり詳細に説明したが、当業者であれば他の多くの変更が明らかである。例えば、単結晶セラミックは多結晶セラミック材料の結晶粒成長又は他の適当な溶解形成方法により製造可能である。そのため、添付した特許請求の範囲の精神及び範囲はここに含まれる好適な場合の説明に限定されるべきではない。

## 【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の処理チャンバーの概略断面図である。

【図2】別の処理チャンバーの概略断面図である。

【図3a】本発明によるガス分配器の概略平面図である。

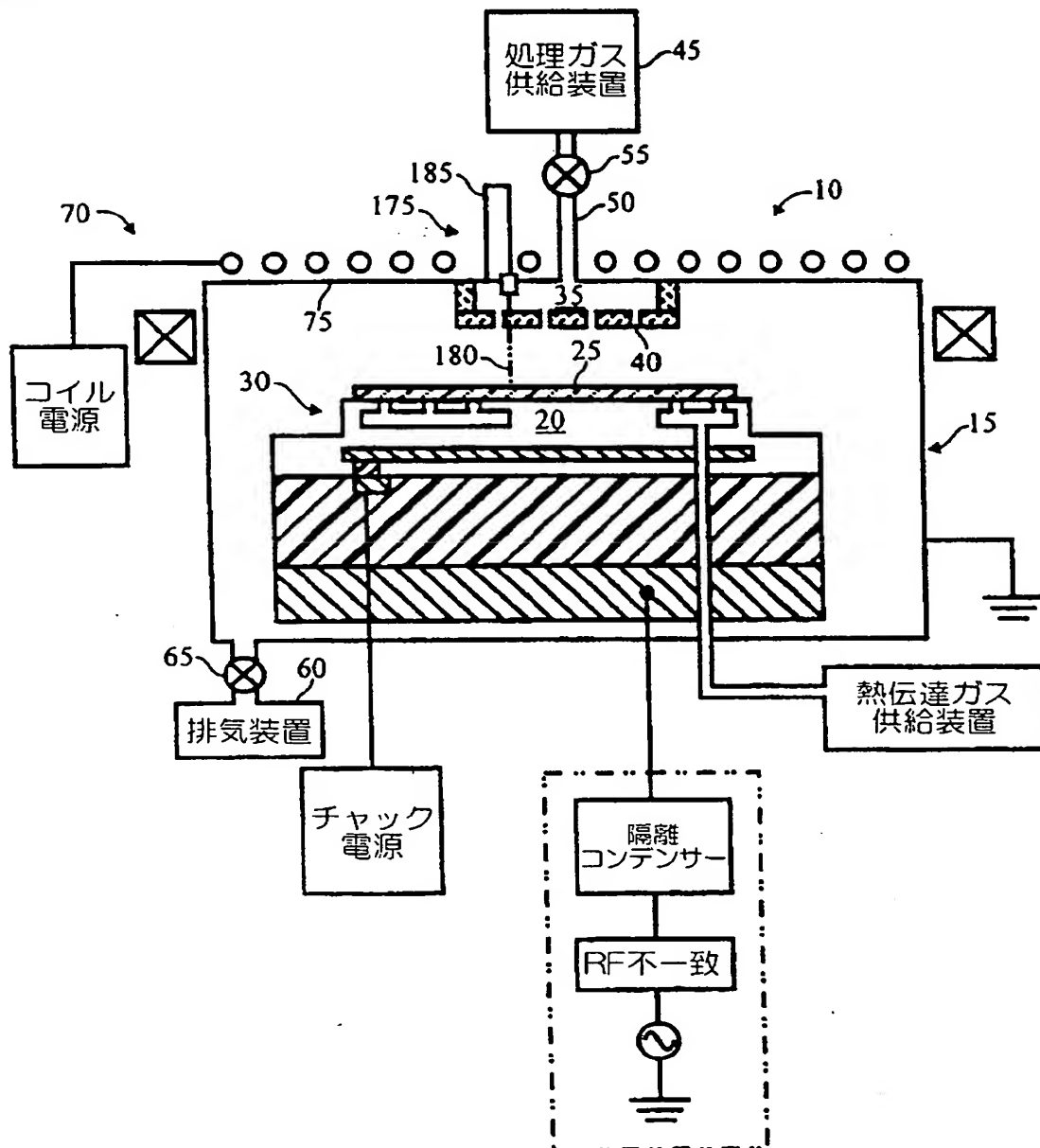
【図3b】図3aのガス分配器の概略側面図である。

【図4a】本発明による別のガス分配器の概略側面図である。

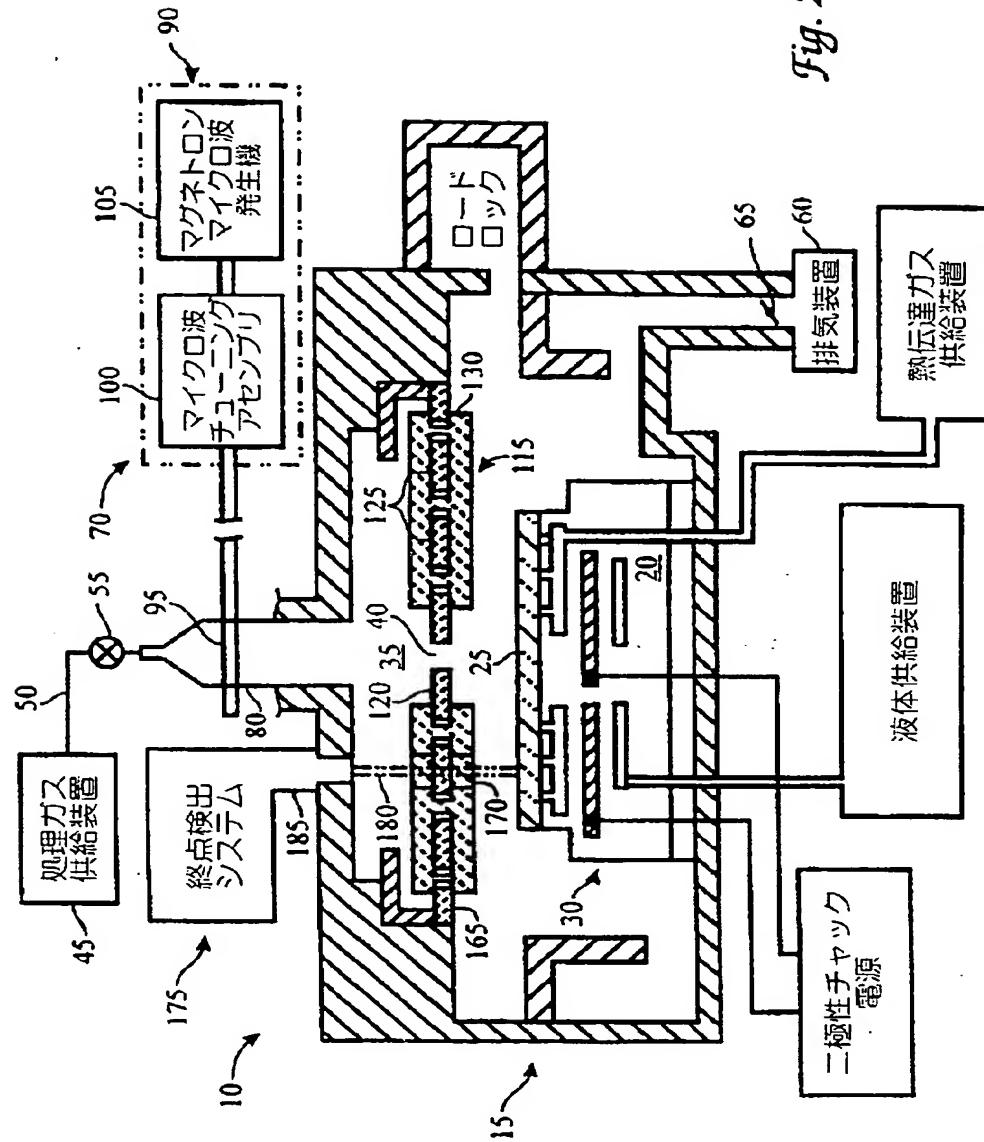
【図4b】図4aのガス分配器の概略平面図である。

【図5】本発明による別のガス分配器の概略平面図である。

【図1】

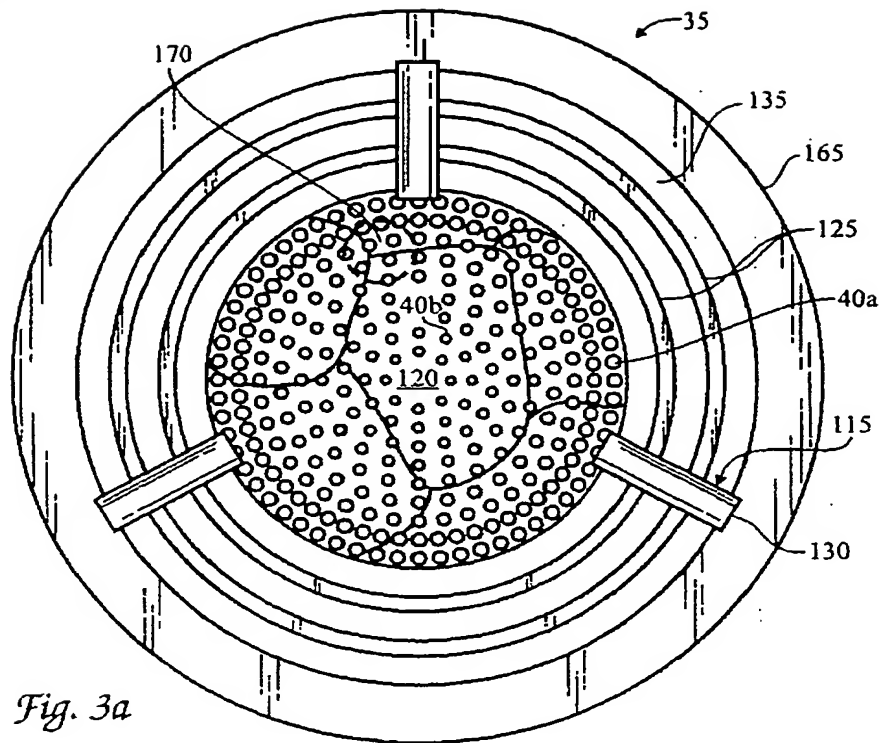


【図 2】

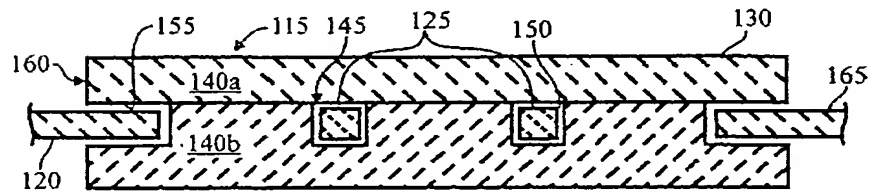




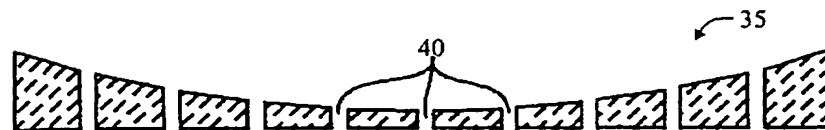
【図 3 a】



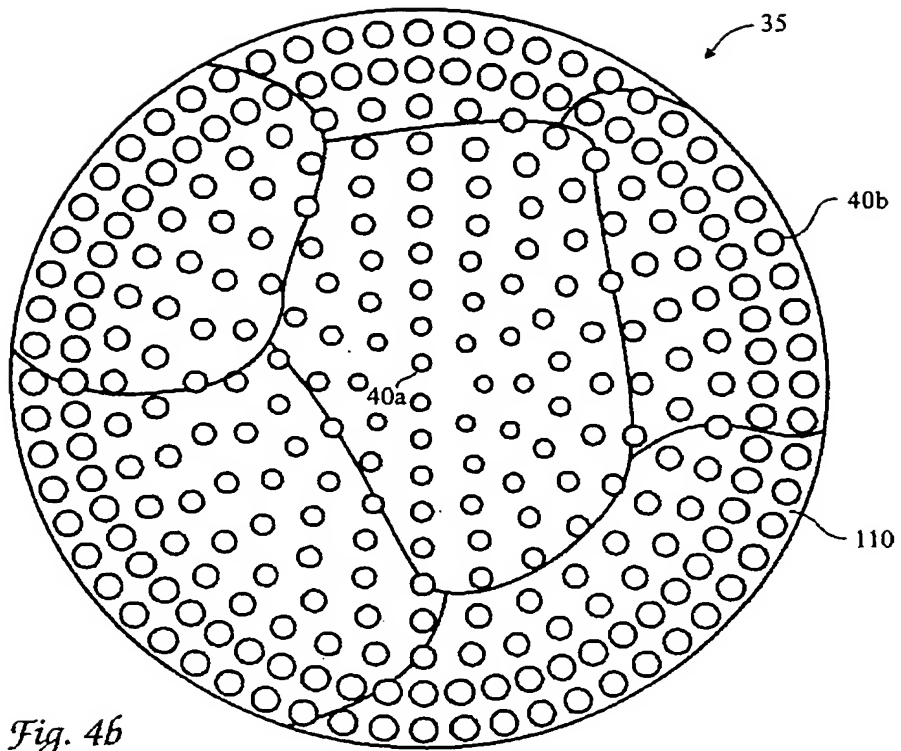
【図 3 b】



【図 4 a】



【図 4 b】

*Fig. 4b*

【図 5】

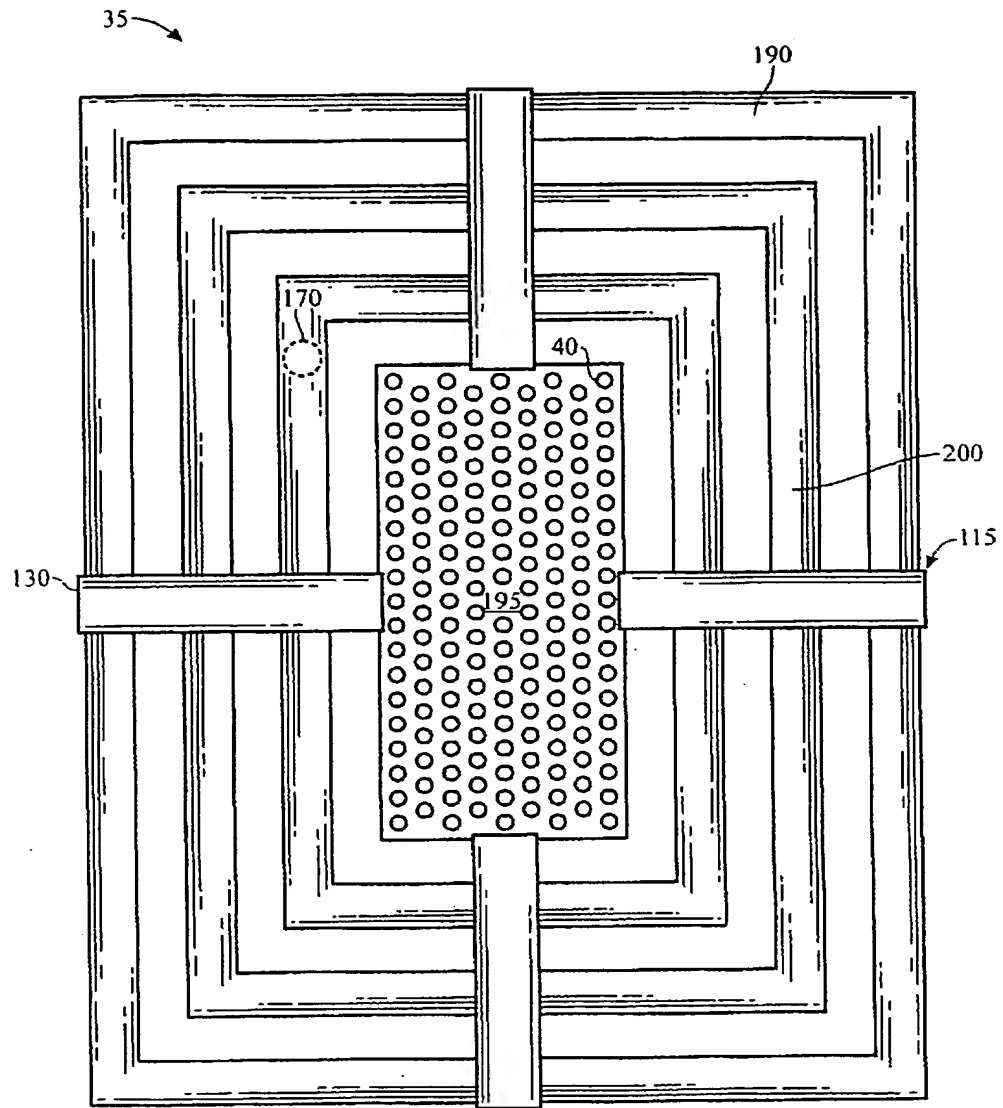


Fig. 5

## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/US 99/07584

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 6 H01J37/32

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 H01J C30B H01L C23C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 96 19825 A (FSI INTERNATIONAL; BUTTERBAUGH JEFFERY W ET AL (US)) 27 June 1996 (1996-06-27)  page 6, line 19 -page 8, line 14 ---	1,5-7, 10, 14-16, 19-25, 28,56, 57, 60-62, 64-66
X	EP 0 810 630 A (APPLIED MATERIALS INC) 3 December 1997 (1997-12-03)  column 3, line 28 -column 6, line 50 --- -/--	1,5,6, 10,14, 15,19-23

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claims or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "d" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 September 1999

Date of mailing of the international search report

30.09.1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.O. Box 5918 Patentaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 sport,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Köpf, C

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.  
PCT/US 99/07584

C. (Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Character of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 702 392 A (APPLIED MATERIALS INC) 20 March 1996 (1996-03-20)	1,5,6, 10,14, 15,19-22
A	column 8, line 7 -column 10, line 31 ----	8,17
X	JP 10 054888 A (APPLIED MATERIALS INC) 6 March 1998 (1998-03-06)	1,5,6,9, 10, 14-16, 18-23 24-26, 28-31, 56,57, 59,60, 67,69
A	-& US 5 819 434 A (HERCHEN HARALD ET AL) 13 October 1998 (1998-10-13) ----	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 095, no. 003, 28 April 1995 (1995-04-28) & JP 06 333878 A (ANELVA CORP), 2 December 1994 (1994-12-02) abstract ----	1,5,10, 14,19,22
A	US 5 569 356 A (LENZ ERIC H ET AL) 29 October 1996 (1996-10-29)  column 4, line 58 -column 6, line 34 ----	1,5, 8-10,14, 17-19, 21,22, 33-35, 37,38, 40-43, 49-52
A	US 5 074 456 A (DEGNER RAYMOND L ET AL) 24 December 1991 (1991-12-24)  column 2, line 28 -column 4, line 20 -----	1,5,6, 10,14, 17,19-22

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No.

PCT/US 99/07584

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9619825 A	27-06-1996	US 5580421 A EP 0799494 A JP 10512100 T	03-12-1996 08-10-1997 17-11-1998
EP 0810630 A	03-12-1997	US 5728260 A JP 10050661 A US 5789322 A	17-03-1998 20-02-1998 04-08-1998
EP 0702392 A	20-03-1996	US 5643394 A JP 8288266 A US 5746875 A	01-07-1997 01-11-1996 05-05-1998
JP 10064888 A	06-03-1998	US 5819434 A	13-10-1998
JP 06333878 A	02-12-1994	NONE	
US 5569356 A	29-10-1996	AU 5753296 A CA 2220678 A CN 1184555 A EP 0826229 A WO 9636984 A	29-11-1996 21-11-1996 10-06-1998 04-03-1998 21-11-1996
US 5074456 A	24-12-1991	NONE	

---

フロントページの続き

(72) 発明者 ブラウン ウィリアム  
アメリカ合衆国 カリフォルニア州  
95126 サン ホセ ランドル アベニ  
ュー 1275

(72) 発明者 ヌゼディベ イヒ  
アメリカ合衆国 カリフォルニア州  
94566 ニューアーク ルビコン アベニ  
ュー 6265

(72) 発明者 クジャネック ダン  
アメリカ合衆国 カリフォルニア州  
95121 サン ホセ ウッドミンスター  
ドライブ 1094

Fターム(参考) 5F004 AA15 BA06 BB29 BC03 DA01  
DA11 DA17 DA23 DA26 DA29